

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-323048

(43)Date of publication of application : 08.11.2002

(51)Int.Cl.

F16C 33/46

F16C 33/38

F16C 35/08

(21)Application number : 2002-116962

(71)Applicant : NSK LTD

(22)Date of filing : 31.07.2001

(72)Inventor : MATSUYAMA NAOKI
SUGITA SUMIO
KOIWA TAMOTSU

(30)Priority

Priority number : 2000328678

Priority date : 27.10.2000

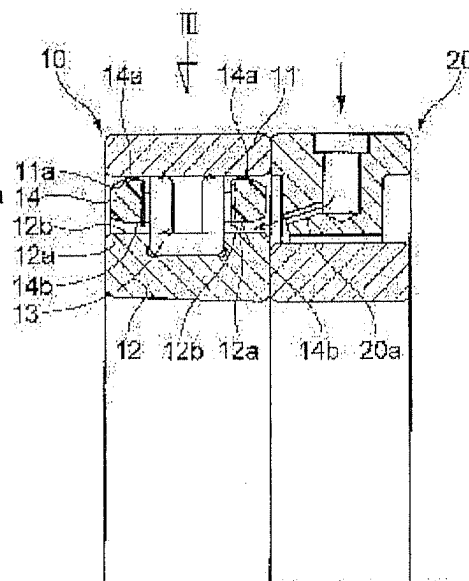
Priority country : JP

(54) BEARING DEVICE AND MAIN SPINDLE OF MACHINE TOOL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a bearing device which can develop lubricity and control the deformation or a damage of a holder.

SOLUTION: Since the holder 14 is positioned in the inner periphery of an outer ring 14, that is, an guide surface is made to serve as a holder outer periphery 14a which confronts to a orbital plane 11a of the outer ring 11, it makes possible to design a gap between the outer periphery 12b and the inner periphery of 14b of the holder 14 comparatively wide. As a result, lubrication oil from a supply path 20a of a lubrication oil supply device 20 is introduced surely to the inner part of the bearing device 10 from this comparatively wide gap and the lubrication oil is spat to the outer ring side by a centrifugal force and smooth lubrication in the guide surface of the holder 14 becomes practicable.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-323048
(P2002-323048A)

(43) 公開日 平成14年11月8日 (2002.11.8)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

F 1 6 C 33/46
33/38
35/08

F 1 6 C 33/46
33/38
35/08

3 J 1 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-116962(P2002-116962)
(62) 分割の表示 特願2001-231698(P2001-231698)の
分割
(22) 出願日 平成13年7月31日 (2001.7.31)
(31) 優先権主張番号 特願2000-328678(P2000-328678)
(32) 優先日 平成12年10月27日 (2000.10.27)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004204
日本精工株式会社
東京都品川区大崎1丁目6番8号
(72) 発明者 松山 直樹
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
日本精工株式会社内
(72) 発明者 杉田 澄雄
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
日本精工株式会社内
(74) 代理人 100107272
弁理士 田村 敬二郎 (外1名)

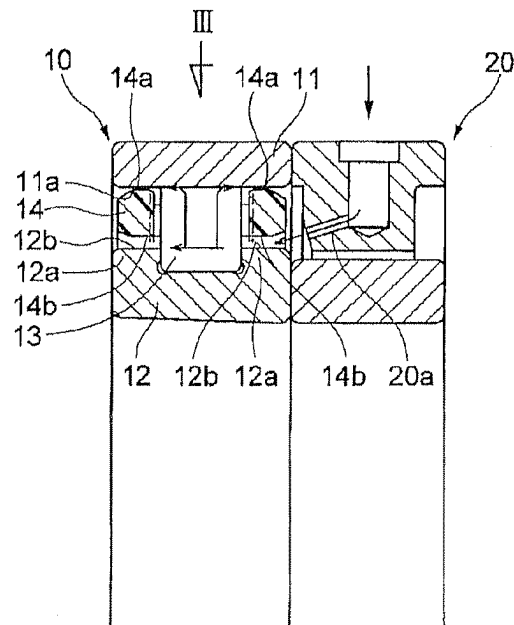
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 軸受装置及び工作機械主軸

(57) 【要約】

【課題】 潤滑性を向上させると共に、保持器の変形や破損などを抑制できる軸受装置及びそれを用いた工作機械主軸を提供する。

【解決手段】 保持器14は、外輪11の内周に対して位置決めされており、すなわち保持器14の案内面を、外輪11の軌道面11aと対向する保持器外面14aとしているので、内輪12の外周面12bと、保持器14の内周面14bとの間のスキマを比較的大きく設計することが可能となる。この結果、潤滑油供給装置20の供給路20aから噴射された潤滑油は、この比較的大きいスキマから確実に軸受装置10の内部に導入され、遠心力により外輪側に潤滑油が飛ばされ、保持器14の案内面の潤滑がスムーズに行なえるようになっている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内輪と、外輪と、前記内輪と前記外輪との間に、回転自在に配置された複数の転動体と、前記転動体を保持する保持器とを有する軸受装置において、前記保持器は、樹脂素材から形成され、前記外輪の内周又は前記内輪の外周に対して位置決めされており、軸線方向に並列した一対の環状部と、前記環状部を連結する柱部とを有し、前記環状部の断面の半径方向長さを H、軸線方向長さを L、前記ころの PCD を d m としたときに、以下の式が成立する軸受装置。

$$A I = (L H^3) / d m$$

$$A I \geq 0.025$$

【請求項 2】 請求項 1 に記載の軸受装置を用いた工作機械主軸。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高速回転する工作機械の主軸などを支持する軸受装置及びそれを用いた工作機械主軸に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来技術を円筒ころ軸受を例にとり説明する。工作機械の主軸を支持する軸受には、加工精度を高く維持するために、高い回転精度と剛性が要求とされている。このような用途に用いられる円筒ころ軸受においては、軸・ハウジングに組込まれた後、軸受内部すきまが 5 μm 程度の小さなすきまに調整されて使用されるのが常である。

【0003】 一方、最近の傾向として加工効率向上のため、主軸の高速化が図られており、軸受にも高速化に対応するよう要求がなされている。かかる用途に対応できる軸受として、外輪つば付・内輪つば無し (NU 型) 円筒ころ軸受よりも給油した潤滑油が容易に軸受外部に排出できる内輪つば付、外輪つば無し (N 型) 円筒ころ軸受が広く採用されている。又、現在多く使用されている保持器の案内 (位置決め) 形式には、保持器を銅合金製として内輪つば部外周面で案内をする内輪案内形式と、合成樹脂製でころによって案内をするころ案内形式とがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、工作機械の運転時に軸受が高速回転すると、内部に充填されたグリースやオイルエア潤滑で供給された潤滑油は、遠心力により外輪側に飛ばされてしまい、内輪案内保持器の場合、案内面の潤滑不良により焼付きに至る恐れがある。また、高速回転時には、遠心力による内輪みぞ部の膨張や外筒冷却、機械にビルトインされたモータの影響による内・外輪温度差増大などのため、運転中、軸受の内部すきまが負となりころ荷重が増加してしまうという問題もある。さらに保持器は高速回転時、遠心力によって振り回り運動をおこすとともに、合成樹脂製の保持器で

は、強度が低いと変形量が大きくなってしまうという問題もある。特に、ころ案内保持器の場合は、保持器がころをかかえ、ころによって保持器が案内される構成のため、遠心力の影響により保持器の振り回りが発生したときや、保持器の変形量が大きくなったときには、ポケット部でころを拘束しその運動を阻害してしまい、また保持器にころから過大な荷重が負荷されて、保持器破損の恐れもあった。

【0005】 本発明は、かかる問題に鑑みてなされたものであり、潤滑性を向上させると共に、保持器の変形や破損などを抑制できる軸受装置及びそれを用いた工作機械主軸を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 かかる目的を達成すべく、本発明の軸受装置は、内輪と、外輪と、前記内輪と前記外輪との間に、回転自在に配置された複数の転動体と、前記転動体を保持する保持器とを有する軸受装置において、前記保持器は、樹脂素材から形成され、前記外輪の内周又は前記内輪の外周に対して位置決めされており、軸線方向に並列した一対の環状部と、前記環状部を連結する柱部とを有し、前記環状部の断面の半径方向長さを H、軸線方向長さを L、前記ころの PCD を d m としたときに、以下の式が成立するものである。

$$A I = (L H^3) / d m \quad (1)$$

$$A I \geq 0.025 \quad (2)$$

【0007】

【作用】 この発明によれば、前記保持器は、前記外輪の内周に対して位置決めされており、すなわち前記保持器の案内面を、前記外輪の軌道面と対向する保持器外周面としているので、前記内輪の外周面と前記保持器の内周面との間、又は前記外輪の内周面と前記保持器の外周面との間のスキマを比較的大きく設計することが可能となる。この結果、オイルエアやオイルミスト潤滑用のノズルから噴射された潤滑油は、この比較的大きいスキマから確実に軸受内部に導入され、遠心力により外輪側に潤滑油が飛ばされ、前記保持器の案内面の潤滑がスムーズに行なえるようになっている。

【0008】 また、前記保持器をこのように外輪案内又は内輪案内とすることにより、高速回転時の保持器振り回り量を、案内スキマで規制することができ、さらに保持器の素材として、微量潤滑でも焼付きにくい樹脂素材を使用し、前記環状部の断面の半径方向長さを H、軸線方向長さを L、前記転動体の PCD を d m としたときに、(1)、(2) 式が成立する設計とすることで、従来の保持器と比較し高剛性化が可能となり、高速回転時の変形量を抑えることが可能となる。

【0009】 保持器の樹脂素材としては、フェノール樹脂やポリアミド 46、ポリフェニレンサルファイド、熱可塑性ポリイミド、ポリエーテルエーテルケトン等を母材として使用することができる。さらに、保持器の強度

向上のために、ガラス繊維は、10～40重量%、炭素繊維、アラミド繊維を10～30重量%程度添加することが好ましい。また、高速回転の使用を満たすには、炭素繊維やアラミド繊維がより好ましいが、使用に応じてガラス繊維も選択できる。炭素繊維やアラミド繊維の添加量が、10重量%以下では強度の保持が不十分であり、30重量%以上とすると成形性が悪くなり外観も悪くなる。またさらに好ましくは、炭素繊維やアラミド繊維の添加量を20～30重量%とすると、強度、成形性も共に良好になる、ガラス繊維の場合は10～40重量%が好ましく、この理由は上記と同様である。

【0010】ただし、円筒ころ軸受装置の場合、外輪案内形式で前記保持器の軸線方向幅を、(1)、(2)式を満たすようにすると、円筒ころの組込みをスムーズに行なうために設けられている外輪軌道面のリードイン部と、前記保持器の案内面とが、組込み誤差や運転中の軸伸びによる内輪の軸方向移動により干渉してしまう恐れがあり、それにより保持器の運転にブレーキをかけてしまったり、保持器案内面が摩耗するといった不具合が発生する。これに対し、前記保持器の案内面の外周部に面取りやテーパ加工を施し、外輪の軌道面とリードイン部の交点まで、軸方向に0.5mm以上のスキマを設けることで、かかる問題を回避することができる。

【0011】尚、前記転動体を保持する前記保持器のポケットにおける4つの角部の少なくとも一つに切欠き部を設けることで、前記内輪の軌道面やつば部に給油された潤滑油を、軸受装置の回転速度に応じて、かかる切欠き部を通して速やかに外輪軌道面側に移動させることが可能となる。

【0012】又、ポケットの円周方向ころ又は玉案内内部形状が平坦面であり、前記軸受装置が支持する軸と平行な構成とすることで、前記ころ又は玉を保持するためのスナップ部は、前記保持器の動き量や寸法公差を考慮し、最悪でも運転中にころ又は玉と干渉しないようにでき、前記ころ又は玉の運動を阻害することなく高速回転が実現できる。加えて、保持器の高速安定化をはかるために、保持器の傾きに対し有利な両側案内とすると好ましい。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。図1は、本発明にかかる実施の形態による軸受装置を示す軸線方向断面図である。図2は、本実施の形態の軸受装置のみを拡大して示す図である。軸受装置10は、つばを設けていない外輪11と、つば12aを両端に設けた内輪12と、両輪11、12間に転動自在に配置された複数のころ(転動体)13と、ころ13を保持する保持器14とを有している。図1においては、軸受装置10に隣接して、オイルエアやオイルミスト潤滑用の潤滑油供給装置20が設けられている。潤滑油供給装置20の供給路20aは、

軸受装置10の内部に向いており、外部より圧送された潤滑油を噴出可能となっている。

【0014】保持器14は、外輪11の内周に対して位置決めされており、すなわち保持器14の案内面を、外輪11の軌道面11aと対向する保持器外周面14aとしているので、内輪12のつば12aの外周面12bと、保持器14の内周面14bとの間のスキマを比較的大きく設計することが可能となる。この結果、潤滑油供給装置20の供給路20aから噴射された潤滑油は、図1の矢印で示すように、この比較的大きいスキマから確実に軸受装置10の内部に導入され、遠心力により外輪側に潤滑油が飛ばされ、保持器14の案内面の潤滑がスムーズに行なえるようになっている。

【0015】また、保持器14をこのように外輪案内とすることにより、高速回転時の保持器14の振り回り量を、案内スキマで規制することができる。さらに保持器14の素材として、フェノール樹脂やポリアミド46、ポリフェニレンサルファイド、熱可塑性ポリイミド、ポリエーテルエーテルケトン等を母材として使用することができる。さらに、保持器の強度向上のために、ガラス繊維は、10～40重量%、炭素繊維、アラミド繊維を10～30重量%程度添加することが好ましい。また、高速回転の使用を満たすには、炭素繊維やアラミド繊維がより好ましいが、使用に応じてガラス繊維も選択できる。炭素繊維やアラミド繊維の添加量が、10重量%以下では強度の保持が不十分であり、30重量%以上とすると成形性が悪くなり外観も悪くなる。またさらに好ましくは、炭素繊維やアラミド繊維の添加量を20～30重量%とすると、強度、成形性も共に良好になる、ガラス繊維の場合は10～40重量%が好ましく、この理由は上記と同様である。

【0016】又、図2に示すように、保持器14は、軸線方向に並列した一対の環状部14rと、前記環状部を連結する柱部14pとを有し、環状部14rの断面の半径方向長さをH、軸線方向長さをL、ころ13のPCDをdmとしたときに、以下の式が成立するようになっている。

$$AI = (LH^3) / dm \quad (1)$$

$$AI \geq 0.025 \quad (2)$$

このように保持器14を設計することで、従来の保持器と比較し高剛性化が可能となり、高速回転時の変形量を抑えることが可能となる。

【0017】ただし、外輪案内形式で保持器14の環状部14r(すなわちポケット形状)を(1)、(2)式を満たすように設計すると、円筒ころ13の組込みをスムーズに行なうために設けられている外輪11の軌道面11aの端部内周に形成されたリードイン部11bと、保持器14の案内面14aとが、組込み誤差や運転中の軸伸びによる内輪12の軸方向移動により干渉してしまう恐れがあり、それにより保持器14の運転にブレーキ

をかけてしまったり、保持器14の案内面14aが摩耗するといった不具合が発生する。本実施の形態では、保持器14の案内面14aの外周端に面取り（又はテーパ）14cを設け、面取り14cの内方端と、外輪11の軌道面11aとリードイン部11bの交点とを、軸方向に0.5mm以上の距離をもって隔置することで、かかる問題を回避している。

【0018】図3は、図1の軸受装置から外輪を取り外し、矢印III方向に見た図である。図4は、図1の形態の軸受装置から内輪を取り外した状態で、軸線方向に見た図である。図3に示すように、保持器14がころ13を保持するポケット14dは、4つの角部に切欠き部14gを設けているので、内輪12の軌道面やつばに給油された潤滑油を、軸受装置10の回転速度に応じて、かかる切欠き部14gを通して速やかに外輪11の軌道面11a（図1）側に移動させることが可能となる。

【0019】又、ポケット14dの円周方向ころ案内面14eの形状が、軸線方向の幅aにわたって平坦となっている。また、ころ13の両端面に対し、保持器14の軸線方向案内面14hは、周方向長さb（図4参照）で20 当接している。このとき、案内面14eの幅aを、ころ長さL2の40～80%とし、案内面14hの長さbをころ径の40～80%とし、案内面14hのころ13のPCDからの高さc（図4参照）を、ころ13の外径Dの20～40%とすることで、ころ13と保持器14の接触面積を小さくするとともに、ころ13の面取り部13aと、案内面14hとの干渉を抑制している。尚、スナップ部14fの面取り角度は、25～60°であると好ましい。尚、スナップ部14fは、連転中保持器14が半径方向に案内スキマ分移動し、ころ13がポケット 30 スキマ分円周方向に移動した状態でも、ころ13と干渉しないような設計となっている。加えて、本実施の形態では、保持器14の高速安定化をはかるために、保持器14の傾きに対し有利な両側案内となっているが、片側案内でも良い。

【0020】尚、保持器14の軸線方向案内面14hは、図14、15に示す変形例のように省略してもよい。潤滑油が通過できる空間が設けられていればよい。又、アンダーレース潤滑用の保持器として、内輪案内保持器でも同様のことがいえるので、案内は外輪となっ 40 ているが、内輪側であっても良い。上記実施の形態では、もっぱら円筒ころ軸受について説明したが、玉軸受であっても良い。これらの実施の形態について、図面を参照して以下に説明する。

【0021】図7は、片側案内の実施の形態にかかる円筒ころ軸受装置の図2と同様な断面図である。図7において、軸受装置110は、つばを設けていない外輪111と、つば112aを両端に設けた内輪112と、両輪111、112間に転動自在に配置された複数のころ（転動体）113と、ころ113を保持する保持器11 50

4とを有している。図7では図示していないが、軸受装置110に隣接して、オイルエアやオイルミスト潤滑用の潤滑油供給装置が設けられている。

【0022】図2に示す実施の形態と同様に、保持器114も、外輪111の内周に対して位置決めされているが、本実施の形態では、保持器114の案内面を、外輪111の軌道面111aと対向する、図7で右方側の環状部114rの外周面114aのみとしている。かかる実施の形態においては、保持器114の右方の環状部114rの断面の半径方向長さをH、軸線方向長さをLとしている。それ以外の構成については、上述した実施の形態と同様であり、作用・効果も又同様に得られる。

【0023】図8は、つばなし内輪の実施の形態にかかる円筒ころ軸受装置の図2と同様な断面図である。図8において、軸受装置210は、つばを設けている外輪211及び内輪212と、両輪211、212間に転動自在に配置された複数のころ（転動体）213と、ころ213を保持する保持器214とを有している。図8では図示していないが、軸受装置210に隣接して、オイルエアやオイルミスト潤滑用の潤滑油供給装置が設けられている。

【0024】図2に示す実施の形態と同様に、保持器214も、外輪211の内周に対して位置決めされており、保持器214の案内面を、外輪211の軌道面211aと対向する保持器外周面214aとしている。内輪212につばを設けていない以外の基本的構成については、上述した実施の形態と同様であり、作用・効果も又同様に得られる。

【0025】図9は、片側案内の実施の形態にかかるアンギュラ玉軸受装置の図2と同様な断面図である。図9において、軸受装置310は、外輪311及び内輪312と、両輪311、312間に転動自在に配置された複数の玉（転動体）313と、玉313を保持する保持器314とを有している。図9では図示していないが、軸受装置310に隣接して、オイルエアやオイルミスト潤滑用の潤滑油供給装置が設けられている。

【0026】図2に示す実施の形態と同様に、保持器314も、外輪311の内周に対して位置決めされているが、本実施の形態では、保持器314の案内面を、外輪311の内周面311aと対向する、図9で右方側の環状部314rの外周面314aのみとしている。かかる実施の形態においては、保持器314の右方の環状部314rの断面の半径方向長さをH、軸線方向長さをLとしている。以上のべた主要な相違点以外の構成については、上述した実施の形態と同様であり、作用・効果も又同様に得られる。

【0027】図10は、内輪案内の実施の形態にかかるアンギュラ玉軸受装置の図2と同様な断面図である。図10において、軸受装置410は、外輪411及び内輪412と、両輪411、412間に転動自在に配置され

た複数の玉（転動体）413と、玉413を保持する保持器414とを有している。図10に示すように、内輪412にアンダーレース潤滑用の給油孔412bが設けられており、保持器内周面414aに潤滑油が供給される。

【0028】本実施の形態の保持器414は、内輪412の外周に対して位置決めされており、従って保持器414の案内面を、内輪412の外周面412aと対向する保持器内周面414aとしている。以上のべた主要な相違点以外の基本的構成については、上述した実施の形態と同様であり、作用・効果も又同様に得られる。

【0029】図11は、片側案内の実施の形態にかかるアンギュラ玉軸受装置の図2と同様な断面図である。図11において、軸受装置510は、外輪511及び内輪512と、両輪511、512間に転動自在に配置された複数の玉（転動体）513と、玉513を保持する保持器514とを有している。図11では図示していないが、軸受装置510に隣接して、オイルエアやオイルミスト潤滑用の潤滑油供給装置が設けられている。

【0030】図2に示す実施の形態と同様に、保持器514も、外輪511の内周に対して位置決めされているが、本実施の形態では、保持器514の案内面を、外輪511の内周面511aと対向する、図11で右方側の環状部514rの外周面514aのみとしており、又保持器514の一对の環状部514rの外周面には、内向きに段部514sが形成されている。かかる実施の形態においては、保持器514の右方の環状部514rの断面の半径方向長さをH、軸線方向長さをLとしている。以上のべた主要な相違点以外の構成については、上述した実施の形態と同様であり、作用・効果も又同様に得られる。

【0031】図12は、両側案内の実施の形態にかかる*

	保持器幅	ポケット幅	保持器内径	dm	AI	変形量
1	17.1	9.3	90.51	91	0.043	0.13
2	17.1	9.3	91.5	91	0.030	0.18
3	17.1	9.3	92.5	91	0.020	0.25
4	13.5	9.3	90.51	91	0.023	0.21
5	13.5	9.3	91.5	91	0.016	0.29
6	13.5	9.3	92.5	91	0.011	0.42

かかる計算結果を考察するに、表1に示す条件1の場合が、最も小さい変形量となる。高速運転時、保持器の変形量を考慮すると、 $AI \geq 0.025$ が必要となる。

【0035】図2に示すように、保持器案内面と有効外輪軌道面幅との軸方向距離に関して、リードイン部11bと外輪内周面11aとの交点から0.5mm以上軸方向に距離が空くように、保持器の案内面位置Pを設定した状態で、図5に示すように、保持器外周面14aの逃がし形状を変えて考察する。

(a) テーパー形状に逃がしたもの

(b) C面取形状で逃がしたもの

(c) R面取形状で逃がしたもの

いずれの形状でも問題がないことが判った。

*アンギュラ玉軸受装置の図2と同様な断面図である。図12において、軸受装置610は、外輪611及び内輪612と、両輪611、612間に転動自在に配置された複数の玉（転動体）613と、玉613を保持する保持器614とを有している。図12では図示していないが、軸受装置610に隣接して、オイルエアやオイルミスト潤滑用の潤滑油供給装置が設けられている。

【0032】図2に示す実施の形態と同様に、保持器614も、外輪611の内周に対して位置決めされており、保持器614の案内面を、外輪611の内周面611aと対向する保持器外周面614aとしている。かかる実施の形態においては、保持器614の環状部614rの断面の半径方向長さをH、軸線方向長さをLとしている。以上のべた主要な相違点以外の構成については、上述した実施の形態と同様であり、作用・効果も又同様に得られる。

【0033】以下、円筒ころ軸受装置に適用される実施例について説明する。実施例の各種断面形状での計算結果を示す。

（計算条件）

保持器外径寸法：99.51mm

ころ径：9mm

ころ長さ：9mm

ころ数：20個

ころPCD(dm)：91mm

保持器材質：PEEK樹脂

回転数：25000回転毎分

案内すきま：0.4mm

保持器アンバランス：0.5g・cm

【0034】以上の条件による保持器の変形量の計算結果を表1に示す。

【表1】

	保持器幅	ポケット幅	保持器内径	dm	AI	変形量
1	17.1	9.3	90.51	91	0.043	0.13
2	17.1	9.3	91.5	91	0.030	0.18
3	17.1	9.3	92.5	91	0.020	0.25
4	13.5	9.3	90.51	91	0.023	0.21
5	13.5	9.3	91.5	91	0.016	0.29
6	13.5	9.3	92.5	91	0.011	0.42

【0036】以下、本発明者らが行った比較試験の供試仕様・試験条件を説明する。

軸受仕様：N型円筒ころ軸受

内径：70mm

外径：110mm

ころ径：9mm

ころ長さ：9mm

ころPCD(dm)：91mm

実施例：外輪案内保持器

材質：PEEK

保持器案内すきま：0.4mm

保持器幅：18.5mm

50 保持器厚さ：5.2mm

比較例：ころ案内保持器

材質：ポリアミド66

保持器幅：11.8mm

保持器厚さ：4.3mm

試験条件

組込時ラジアル内部すきま：0μm

潤滑：オイルエア潤滑

回転数：軸受が回転不能となるまで上昇

【0037】比較試験結果を図6に示す。かかる試験によれば、比較例のころ案内保持器では、回転数を18000回転毎分にあげたところ、保持器が破断してしまった。保持器自身の強度（断面形状、材質）が弱く、遠心力による振れ回りと径方向変形量でポケット部でころの運動を阻害してしまい、保持器に過大な荷重が負荷し保持器が破断したものである。

【0038】一方、本実施例の外輪案内保持器は、温度上昇も比較例のころ案内保持器より低く、限界回転数も飛躍的に延び、回転数を31000回転毎分にしても問*

	保持器幅	ポケット幅	保持器内径	d m	AI	変形量
1	16	7.65	78	82	0.040	0.17
2	16	7.65	79	82	0.027	0.24
3	16	7.65	80	82	0.017	0.39
4	14	7.65	78	82	0.030	0.21
5	14	7.65	79	82	0.020	0.31
6	14	7.65	80	82	0.013	0.48

【0041】かかる計算結果を考察にするに、表2に示す条件1の場合が、最も小さい変形量となる。高速運転時、保持器の変形量を考慮すると、 $AI \geq 0.025$ が必要となる。

【0042】以下、本発明者らが行った比較試験の供試仕様・試験条件を説明する。

軸受仕様：アンギュラ玉軸受

内径：65mm

外径：105mm

玉径：7.144mm

玉PCD (dm)：82mm

玉数：28個

組合せ：2列背面組合せ (DB組合せ、定位置予圧)

試験条件

組込時アキシアルばね定数：100N/μm

潤滑：オイルエア

給油量：0.03cc/16min

回転数：軸受が回転不能となるまで上昇

実施例：外輪案内保持器 ($AI = 0.040$)

材質：PEEK樹脂

保持器案内すきま：0.4mm

保持器幅：16mm

保持器厚さ：4mm

比較例1：玉案内保持器（従来保持器）

材質：ポリアミド66

保持器幅：15mm

* 題なく、実施例の形状が有効であることが確認できた。

【0039】次に、アンギュラ玉軸受装置に適用される実施例について説明する。実施例の各種断面形状での計算結果を示す。

（計算条件）

軸受内径：65mm

保持器外径：86mm

玉径：7.144mm

玉数：28個

玉PCD (dm)：82mm

保持器材質：PEEK樹脂

回転数：30000回転毎分

案内すきま：0.4mm

保持器アンバランス：0.5g・cm

【0040】以上の条件による保持器変形量の計算結果を表2に示す。

【表2】

保持器厚さ：2.5mm

比較例2：外輪案内保持器 ($AI = 0.013$)

材質：PEEK樹脂

保持器案内すきま：0.4mm

保持器幅：14mm

30 保持器厚さ：3mm

【0043】比較試験結果を図13に示す。かかる試験によれば、比較例1の玉案内保持器では22000回転毎分にあげたところ、保持器が溶融してしまった。保持器自身の強度（断面形状、材質）が弱く、遠心力による振れ回りと径方向変形量でポケット部で玉の運転を阻害してしまい、摩擦熱により保持器が溶融破損したものである。

【0044】一方、比較例2の外輪案内保持器は、比較例1の保持器よりは昇温、高速性に優れていたが、29000回転毎分にあげたところ保持器案内面が摩耗し、ポケット部柱が破損してしまった。比較例1に比べ、保持器の運動は外輪案内とすることにより高速域では安定したものとなったが、保持器断面強度が不足し、運転時の変形量が大きくなり、案内面での油膜形成が困難となり案内面が摩耗してしまった。これは、摩耗することにより、保持器にアンバランスが加わり、さらに変形量が大きくなるため、保持器に過大な応力が発生してしまい柱が破損してしまったためと考えられる。

【0045】これに対し、本実施例の外輪案内保持器
50 は、温度上昇も比較例1と比較し低く、比較例2と比較

しても限界回転数が増大している。本実施例では、33000回転毎分にあげたところで試験機はストップしたが、分解してみると、保持器に異常はなく、内輪の軌道面が焼きついている状態だった。保持器としては、さらに高速回転が可能であることが判断でき、本発明の形状が有効であることが確認できた。

【0046】以上、本発明を実施の形態を参照して説明してきたが、グリース潤滑でも同様なことがいえる本発明は、上記実施の形態に限定して解釈されるべきではなく、適宜変更・改良が可能であることはもちろんである。

【0047】

【発明の効果】本発明によれば、潤滑性を向上させると共に、保持器の変形や破損などを抑制できる軸受装置及びそれを有した工作機械主軸が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる実施の形態による軸受装置を示す軸線方向断面図である。

【図2】本実施の形態の軸受装置のみを拡大して示す図である。

【図3】図1の軸受装置から外輪を取り外し、矢印III方向に見た図である。

【図4】図1の形態の軸受装置から内輪を取り外した状態で、軸線方向に見た図である。

【図5】保持器の形状の変形例を示す図である。

【図6】円筒ころ軸受装置における比較例との試験結果を示す図である。

【図7】片側案内の実施の形態にかかる円筒ころ軸受装*

* 置の図2と同様な断面図である。

【図8】つばなし内輪の実施の形態にかかる円筒ころ軸受装置の図2と同様な断面図である。

【図9】片側案内の実施の形態にかかるアンギュラ玉軸受装置の図2と同様な断面図である。

【図10】内輪案内の実施の形態にかかるアンギュラ玉軸受装置の図2と同様な断面図である。

【図11】片側案内の実施の形態にかかるアンギュラ玉軸受装置の図2と同様な断面図である。

【図12】両側案内の実施の形態にかかるアンギュラ玉軸受装置の図2と同様な断面図である。

【図13】アンギュラ玉軸受装置における比較例との試験結果を示す図である。

【図14】図1の軸受装置の変形例を示す図3と同様な図である。

【図15】図1の軸受装置の変形例を示す図4と同様な図である。

【符号の説明】

10、110、210、310、410、510、61

0 軸受装置

11、111、211、311、411、511、61

1 外輪

12、112、212、312、412、512、61

2 内輪

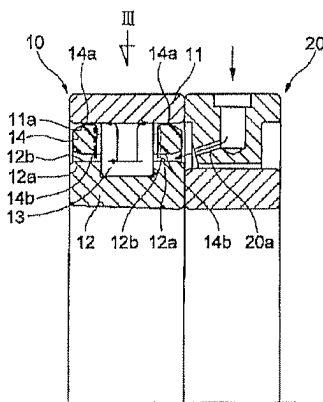
13、113、213 ころ

313、413、513、613 玉

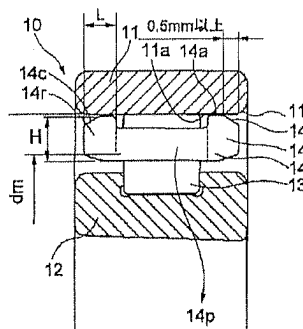
14、114、214、314、414、514、61

4 保持器

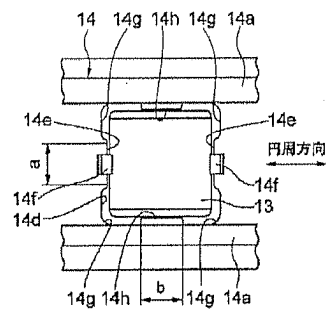
【図1】



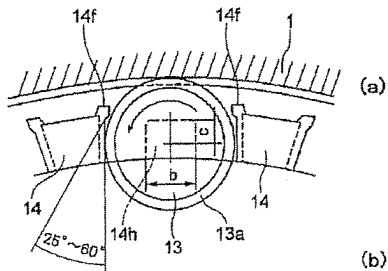
【図2】



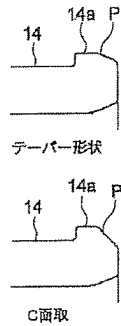
【図3】



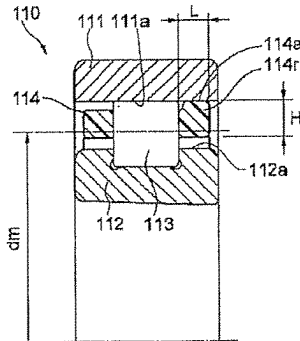
【図4】



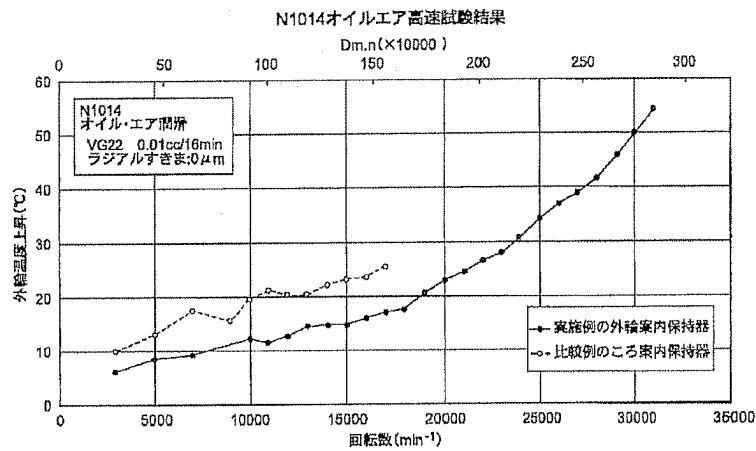
【図5】



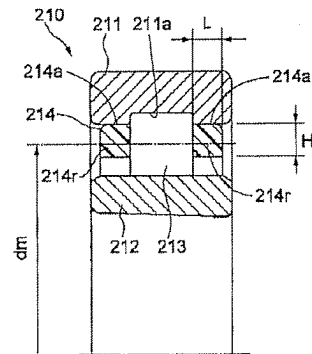
【図7】



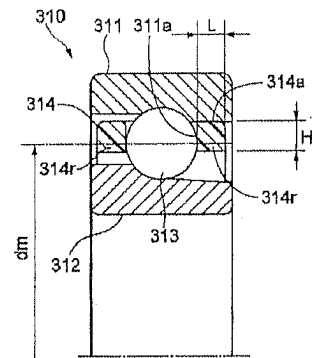
【図6】



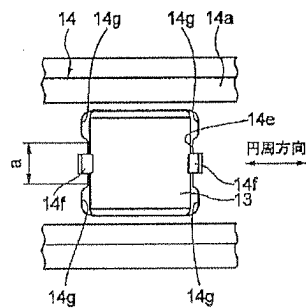
【図8】



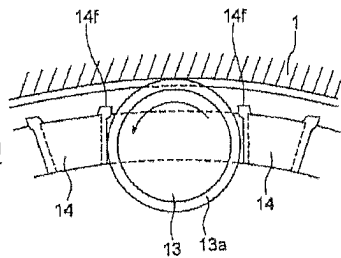
【図9】



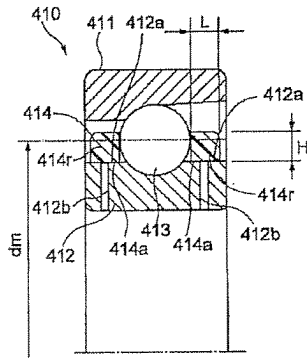
【図14】



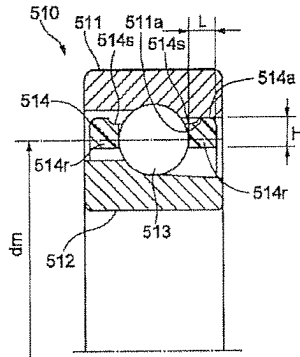
【図15】



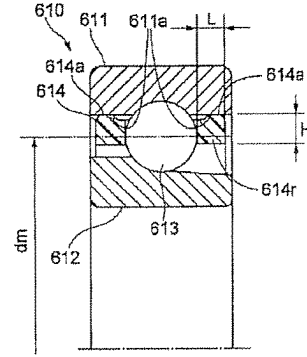
【図10】



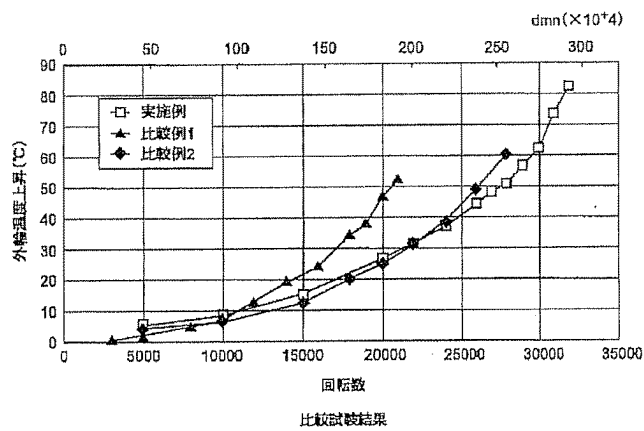
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 小岩 有
 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
 日本精工株式会社内

Fターム(参考) 3J101 AA02 AA13 AA24 AA32 AA42
 AA52 AA62 BA23 BA44 BA50
 CA01 CA17 DA14 EA34 EA36
 EA38 FA32 GA31